

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 285**

51 Int. Cl.:

B62D 6/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2013 PCT/EP2013/066152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2014 WO14029597**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2013 E 13744544 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2885194**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una dirección asistida eléctrica para un automóvil**

30 Prioridad:

20.08.2012 DE 102012107597

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.01.2017

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH AUTOMOTIVE STEERING
GMBH (100.0%)**

**Richard-Bullinger-Strasse 77
73527 Schwäbisch Gmünd, DE**

72 Inventor/es:

HEILIG, ARNULF

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 596 285 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el funcionamiento de una dirección asistida eléctrica para un automóvil

La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una dirección asistida eléctrica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Se conocen a partir del estado de la técnica diferentes métodos para la generación de una previsión teórica del par motor para un servomotor.

El documento DE 101 15 018 A1 publica una dirección de vehículo, en la que un regulador de estado genera por medio de variables de estado del vehículo una variable de ajuste para el dispositivo de control, en el que las fuerzas de dirección a aplicar por el conductor serían mínimas. Partiendo de esta dirección libre de momentos se puede acoplar una variable de dirección.

10

El documento DE 10 2009 002 703 A1 publica una estructura de regulación para al cálculo de una variable de ajuste para el control de un regulador de momentos en una dirección eléctrica de vehículos en función de un par predefinido predeterminado de la barra de torsión, siendo detectado un par real de la barra de torsión, formándose un par diferencial a partir del par predefinido de la barra de torsión y del par real de la barra de torsión y calculando la variable de ajuste por medio de un regulador de realimentación de la salida en función del par diferencial.

15

En el documento EP 2 050 655 A2 se publica un procedimiento de regulación para la generación de un par de apoyo en función de un par de la barra de torsión detectado por un sensor del par de torsión, en el que se calcula un par transmitido desde el lado de los neumáticos sobre el lado del volante como interferencia por medio de un observador de interferencia con la ayuda de una evaluación del par de torsión y del número de revoluciones del servomotor y se imprime como par de compensación.

20

El cometido de la presente invención es proponer un procedimiento para calcular una previsión teórica para un par motor, que posibilita, frente a los procedimientos conocidos, una adaptación básica fácil de realizar y al mismo tiempo posibilita una influencia amplia y precisa sobre el comportamiento de dirección y de la sensación de la dirección transmitida al conductor.

25 Este cometido se soluciona con los rasgos característicos de la reivindicación principal .

El procedimiento prevé que se forme un valor predefinido de previsión a partir de al menos dos componentes del par motor y en concreto un componente de control piloto del par motor, que forma una porción controlada, y un componente del regulador del par motor, que forma una porción regulada, siendo la variable de regulación un par de la barra de la dirección. Los dos componentes del par motor se calculan en este caso funcionalmente entre sí para determinar a partir de ello un valor predefinido de previsión para el par motor del servomotor.

30

Los desarrollos ventajosos del procedimiento se reproducen en las reivindicaciones dependientes, que se explican en detalle con la ayuda de la descripción de las figuras.

De acuerdo con ello, está previsto que para la determinación de un valor predefinido de previsión, se calcule el componente de control piloto del par motor al menos en función de un par de la barra de torsión (M_{DS}), pudiendo tenerse en cuenta adicionalmente una velocidad del vehículo, y siendo calculado el componente del regulador del par motor en función de una diferencia de regulación a partir del par de la barra de torsión y de un par de aplicación de la barra de torsión basado en la fuerza de la cremallera.

35

Es ventajoso que el componente de control piloto del par motor sea calculado utilizando una curva característica de asistencia, que calcula una porción de control piloto al menos en función del par de la barra de torsión. Adicionalmente, la curva característica de asistencia puede ser parametrizada en función de la velocidad del vehículo, siendo interpolados valores intermedios.

40

Una forma de realización preferida prevé que el componente de control piloto del par motor sea determinado por un regulador. En este caso, se emplea con preferencia un regulador-PID limitado en el rango (saturado).

Según la invención, está previsto limitar el componente del regulador del par motor a un valor límite ajustable máximo específico de la dirección. Esto se realiza con preferencia en función de la velocidad del vehículo.

45

Por lo demás, está previsto que el componente de control piloto del par motor sea calculado utilizando una curva característica de asistencia, a la que se alimenta como otra variable de entrada una velocidad del vehículo.

El par de aplicación de la barra de torsión se calcula con preferencia utilizando una fuerza calculada de la cremallera y/u otras variables del vehículo específicas de la dirección o dinámicas de la marcha y/o sobre la base de diferentes componentes de la función de dirección.

50

Los componentes del par motor se calculan a continuación funcionalmente entre sí, para determinar a partir de ello el valor predefinido de previsión para el par motor.

Objeto de la invención es también un programa de ordenador con medios de códigos de programas para realizar un procedimiento según la invención, cuando se ejecuta el programa en un microprocesador de un ordenador, especialmente en un aparato de control de una dirección asistida o dirección de fuerza externa.

Objeto de la invención es también un aparato de control correspondiente para el funcionamiento de una dirección asistida o dirección de fuerzas externa instalado para la realización de un procedimiento según la invención o para la ejecución de un programa de ordenador correspondiente, así como una dirección asistida o dirección de fuerza externa, equipado con un aparato de control correspondiente.

La figura 1 muestra un diagrama estructural, con cuya ayuda se explica una forma de realización preferida del procedimiento según la invención. Un módulo de control piloto 100 calcula con la ayuda de un par de la barra de torsión M_{DS} un primer componente, el componente de control piloto del par motor M_{VSK} . Este componente representa una porción controlada del par motor. A tal fin, el módulo de control piloto 100 contiene una curva característica de asistencia, que calcula el componente de control piloto del par motor M_{VSK} en función del par de la barra de torsión M_{DS} y de la velocidad del vehículo v_{FZG} .

Por lo demás, un módulo de aplicación 200 del par de la barra de torsión calcula un par de aplicación de la barra de torsión $M_{DS,Appl}$. Este componente representa una porción regulada del par motor. La determinación del valor del par de aplicación de la barra de torsión $M_{DS,Appl}$ se describe en detalle en la descripción de la figura 3.

Este variable representa por decirlo así una variable de guía para una regulación siguiente y es decisiva para la sensación teórica de la dirección a transmitir al conductor. El par de aplicación de la barra de torsión $M_{DS,Appl}$ se utiliza como "variable de guía", de manera que se calcula una diferencia de regulación con respecto al par de la barra de torsión M_{DS} por medio de un miembro de determinación de la diferencia de regulación 102. Por medio de un regulador conectado a continuación, el módulo regulador de la rotación de la barra de torsión 101, se calcula un segundo componente, el componente de regulación del par motor M_{RK} . Este componente representa una porción regulada del par motor. El regulador está realizado con preferencia como regulador-PID limitado en el rango (saturado). Esto posibilita una aplicación sencilla y estable para el vehículo respectivo.

Ambos componentes se calculan por medio de miembro de confluencia 103 para la formación de un valor predefinido de la previsión y_{MSM} para el par motor M_{SM} a emitir a través del servomotor SM. En el caso más sencillo, esto se realiza por medio de una suma de ambos valores. El valor predefinido de la previsión y_{MSM} se alimenta a una unidad de fase final, que genera por medio de una fase de regulación (FOR) orientada al campo subordinada unas corrientes de fases correspondientes I_M para el servomotor.

El componente de control piloto del par motor M_{VSK} se calcula al menos en función de un par de la barra de torsión M_{DS} y el componente regulador del par motor M_{RK} se calcula en función de una diferencia de regulación entre el par de la barra de torsión M_{DS} y el parte aplicación de la barra de torsión $M_{DS,Appl}$. El par de la barra de torsión se mide en el rango de la columna de la dirección por medio de un sensor adecuado.

En el ejemplo de realización mostrado, se calcula el componente de control piloto del par motor M_{VSK} utilizando una curva característica de asistencia, a la que se alimenta como otra variable de entrada la velocidad del vehículo v_{FZG} .

Las ventajas del procedimiento se pueden ver especialmente en que por medio de la porción de de control piloto M_{VSK} se pueden cumplir los requerimientos con respecto a la dinámica del sistema, pudiendo superponerse al mismo tiempo por medido de la porción regulada M_{RK} una sensación "teórica" de la dirección a transmitir al conductor. Por tanto, los movimientos rápidos de la dirección del conductor son transmitidos en forma de un control con alta dinámica al sistema de dirección, al mismo tiempo se puede realizar una influencia regulada, limitada en su repercusión sobre el par de la dirección del conductor de acuerdo con el valor predefinido de la previsión.

A través de un control piloto iniciado por medio del módulo de control piloto 100 para el par motor y_{MSM} , especialmente para el caso de que sean necesarios pares de asistencia altos, se imprime una "asistencia básica" a través del servomotor en el sistema de dirección. Esta asistencia básica es exceptuada de la regla y corresponde, por tanto, vista funcionalmente, a un "control de asistencia básica".

El módulo de control piloto 100 calcula con la ayuda de la velocidad del vehículo v_{FZG} y del par de la barra de torsión previsión M_{DS} un componente de control piloto del par motor M_{VSK} de acuerdo con una "asistencia básica". El comportamiento del módulo de control piloto 100 está implementado en este caso de tal forma que el valor del componente de control piloto del par motor M_{VSK} se eleva a medida que se reduce la velocidad del vehículo y se eleva a medida que se incrementa el par de la barra de torsión.

Una regulación del par de la barra de torsión M_{DS} iniciada por medio del regulador del giro de la barra de torsión 101 se ha revelado como muy ventajoso especialmente para el caso de que aparezcan pares de asistencia reducidos o

- 5 muy pequeños en la "zona de la dirección", es decir, en una zona relativamente cerca de la posición de marcha recta del volante. En este caso, aparecen típicamente fuerzas de asistencia relativamente reducidas en el orden de magnitud de aproximadamente 0,5 Nm. Aquí el módulo regulador del giro de la barra de torsión 101 asume la función de una regulación "auténtica" para el par de la barra de torsión M_{DS} sobre la base de una previsión teórica $M_{DS,Appl}$ del módulo de aplicación del par de la barra de torsión 200. A través de la multiplicación de la transmisión, estos pares de asistencia pequeños repercuten de manera correspondiente amplificada sobre la sensación de la dirección. Por tanto, una regulación del par de la barra de torsión repercute de manera especialmente positiva sobre la sensación de dirección transmitida al conductor.
- 10 En este caso es una ventaja considerable realizar el módulo regulador del giro de la barra de torsión 101, es decir, regulador propiamente dicho, que contiene la Ley de regulación del par de la barra de torsión, como regulador-PID (Proporcional-Integral-Diferencial) saturado. Esto posibilita una adaptación poco costosa de realizar del regulador para todas las situaciones concebibles de la marcha. La zona saturada del regulador se encuentra aproximadamente en un intervalo de +/- 0,5Nm. Dentro de este intervalo es posible una influencia regulada libre del par te la dirección del conductor. Esto provoca que durante una marcha recta domine la porción de regulación, mientras que con movimientos rápidos de la dirección, predomina la porción de control.
- 15 Por este motivo, se limita el componente del regulador del par motor M_{RK} a un valor límite +/- $M_{RK,lim}$ ajustable máximo específico de la dirección. La limitación del componente del regulador del par motor M_{RK} se realiza en este caso en función de la velocidad del vehículo v_{FZG} .
- 20 La figura 2 muestra de forma ejemplar diferentes métodos de la generación del par de aplicación de la barra de torsión $M_{DS,Appl}$. Los métodos se pueden aplicar aislados o en combinación entre sí. El módulo de aplicación del par de la barra de torsión 200 contiene un módulo de cálculo de la fuerza de la cremallera 201, que calcula un valor de la fuerza de la cremallera (ZSK) calculado o estimado. Por lo demás, el módulo 200 contiene un bloque 242, que contiene variables relacionadas con la dirección o específicas del vehículo, por ejemplo el ángulo momentáneo de la dirección, la velocidad del ángulo de la dirección, la velocidad actual de la marcha, el número de revoluciones del rotor del servomotor y otras variables dinámicas de la marcha. En la realización mostrada se calculan dos valores ZSK calculados de diferentes maneras:
- 25 Una porción dinámica 240 (ZSK-D) y una porción 241 (ZSK-C) relacionada con la comodidad. Los valores ZSK-D se calculan en este caso a partir de variables internas de la dirección, que describen un par o fuerza dentro del dispositivo de dirección sobre la base de ecuaciones mecánicas y/o eléctricas. El valor ZSK-C se calcula utilizando variables del vehículo externas a la dirección, que describen un estado del movimiento, sobre la base de relaciones físicas de la marcha.
- 30 Ambas variables-ZSK se pueden combinar entre sí para obtener una fuerza de la cremallera resultante o se mezclan entre sí en una relación discrecional, según las condiciones de la marcha. La fuerza de la cremallera resultante se conduce a continuación a unidades funcionales individuales del módulo básico de dirección asistida 202 o al módulo funcional de dirección asistida 203.
- 35 Las unidades funcionales del módulo básico de dirección asistida 202 pueden contener en este caso los siguientes componentes: un par de dirección básico en el rango de la dirección 210, una función de retorno activa 211, una unidad funcional 212 de sensación media, una función de amortiguación activa 213 y una unidad de compensación de la fricción e histéresis 214.
- 40 Las unidades funcionales del módulo funcional de dirección asistida 203 contienen los siguientes componentes: una función de asistencia de sobrecontrol 220 y una función de asistencia de subcontrol 221.
- Por lo demás, se pueden prever intervenciones de orden superior por parte del fabricante del vehículo por medio de interfaz con funciones-OEM 230. A ellas pertenecen intervenciones autónomas de la dirección, como por ejemplo mantenimiento del carril y seguimiento o el inicio de maniobras de desviación.
- 45 Algunas unidades funcionales 202, 203 requieren adicional o exclusivamente la utilización de variables del bloque 242 relacionadas con la dirección. Por ejemplo, la función de amortiguación activa 213 puede calcular una porción específica de la amortiguación del par de aplicación de la barra de torsión sólo sobre la base de la velocidad momentánea del rotor del servomotor.
- 50 De acuerdo con ello, en conexión con la realización de la invención descrita en la figura 1 está previsto que el par de aplicación de la barra de torsión ($M_{DS,Appl}$) se calcule utilizando una fuerza de la cremallera (RFM-C, RFM-D) calculada y/o por medio de variables del vehículo específicas de la dirección o dinámicas de la marcha sobre la base de diferentes componentes de la función de dirección 210, 211, 212, 213, 214, 220, 220, 221, 230.
- 55 Por medio del lugar de suma o de ponderación 204 se calculan todos los componentes funcionales determinado para la formación de un par de aplicación de la barra de torsión $M_{DS,Appl}$. En el caso más sencillo, se suman todos los componentes por medio de un lugar de suma 204 para calcular todo el par de aplicación de la barra de torsión

$M_{DS,Appl.}$

La figura 3 muestra una limitación de la porción admisible máxima del componente del regulador del par motor M_{RK} en forma de una curva envolvente.

- 5 La limitación se realiza con preferencia en función de la velocidad del vehículo v_{FZG} . Desde parado hasta una velocidad de aproximadamente 10 a 15 km/h (Punto 1), la porción regulada es 0 Nm, a partir de esta velocidad se amplía la porción máxima admisible hasta una segunda velocidad (Punto 2) hasta un valor simétrico máximo de +/- $M_{RK,lim}$. Este valor es aproximadamente de 0,3 a 0,5 Nm.

Lista de signos de referencia

- | | | |
|----|---------------|---|
| 10 | 100 | Módulo de control piloto |
| | 101 | Módulo regulador del giro de la barra de torsión |
| | 102 | Miembro de determinación de la diferencia de regulación |
| | 103 | Lugar de confluencia |
| 15 | 200 | Módulo de aplicación del par de la barra de torsión |
| | 201 | Módulo de cálculo de la fuerza de la cremallera |
| | 202 | Módulo básico de dirección asistida |
| | 203 | Módulo de la función de dirección asistida |
| | 204 | Lugar de suma |
| 20 | 205 | Módulo regulador del giro de la barra de giro |
| | 210 | Par básico de dirección en el rango de desviación |
| | 211 | Retorno activo |
| | 212 | Sensación media |
| 25 | 213 | Amortiguación media |
| | 214 | Histéresis |
| | 220 | Asistente de sobrecontrol |
| | 221 | Asistente de subcontrol |
| | 230 | Funciones de dirección externas |
| 30 | 240 | Fuerza de la cremallera, porción dinámica (ZSK-D) |
| | 241 | Fuerza de la cremallera, porción de comodidad (ZSK-C) |
| | 242 | Variables relacionadas con la dirección |
| | M_{DS} | Par de la barra de torsión |
| | SM | Servomotor |
| 35 | I_M | Corriente del servomotor |
| | yM_{SM} | Previsión teórica para par motor |
| | M_{SM} | Par motor |
| | M_{VSK} | Componente de control piloto del par motor |
| | M_{RK} | Componente de regulación del par motor |
| 40 | $M_{DS,Appl}$ | Par de aplicación de la barra de torsión |
| | v_{FZG} | Velocidad del vehículo |

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la determinación de un valor predefinido de previsión (yM_{SM}) para un par motor de un servomotor eléctrico en una dirección asistida para un automóvil, caracterizado por que el valor predefinido de previsión se obtiene utilizando
- un componente de control piloto del par motor (M_{VSK}), que forma una porción controlada, y
 - un componente regulador del par motor (M_{RK}), que forma una porción regulada, siendo la variable de regulación un par de la barra de torsión (M_{DS}),
 - ambos componentes del par motor se calcula funcionalmente juntos, para calcular a partir de ello un valor predefinido de previsión (yM_{SM}) para el par motor (M_{SM}) del servomotor (SM).
- 10
- 2.- Procedimiento para la determinación de un valor predefinido de previsión (yM_{SM}) según la reivindicación 1, caracterizado por que
- el componente de control piloto del par motor (M_{VSK}) se calcula al menos en función de un par de la barra de torsión (M_{DS}), y
 - el componente regulador del par motor (M_{RK}) se calcula en función de una diferencia de regulación entre el par de la barra de torsión (M_{DS}) y un par de aplicación de la barra de torsión ($M_{DS,Appl}$).
- 15
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el componente regulador del par motor (M_{RK}) se determina por un regulador (101).
- 20
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que el componente regulador del par motor (M_{RK}) se limita a un valor límite ($\pm M_{RK,lim}$) ajustable máximo específico de la dirección.
- 25
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que la limitación del componente regulador del par motor (M_{RK}) se realiza en función de la velocidad del vehículo (v_{FZG}).
- 30
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 3 a 5, caracterizado por que el regulador (101) está realizado como regulador-PID limitado en el rango.
- 35
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el componente de control piloto del par motor (M_{VSK}) se calcula utilizando una curva característica de asistencia, a la que se conduce como otra variable de entrada una velocidad del vehículo (v_{FZG}).
- 40
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el par de aplicación de la barra de torsión ($M_{DS,Appl}$) se determina utilizando una fuerza de la cremallera (RFM-C, RFM-D) calculada y/u otras variables del vehículo específicas de la dirección o dinámicas de la marcha.
- 45
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el par de aplicación de la barra de torsión ($M_{DS,Appl}$) se determina sobre la base de diferentes componentes de la función de dirección.
- 50
- 10.- Programa de ordenador con medios de códigos de programa para ejecutar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, cuando el programa se ejecuta en un microprocesador de un ordenador, especialmente en un aparato de control de una dirección asistida o de fuerza externa.
- 11.- Aparato de control de una dirección asistida o de fuerza externa instalado para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7 o para la ejecución de un programa de ordenador según la reivindicación 8.
- 12.- Dirección asistida o de fuerza externa con un aparato de control según la reivindicación 11.

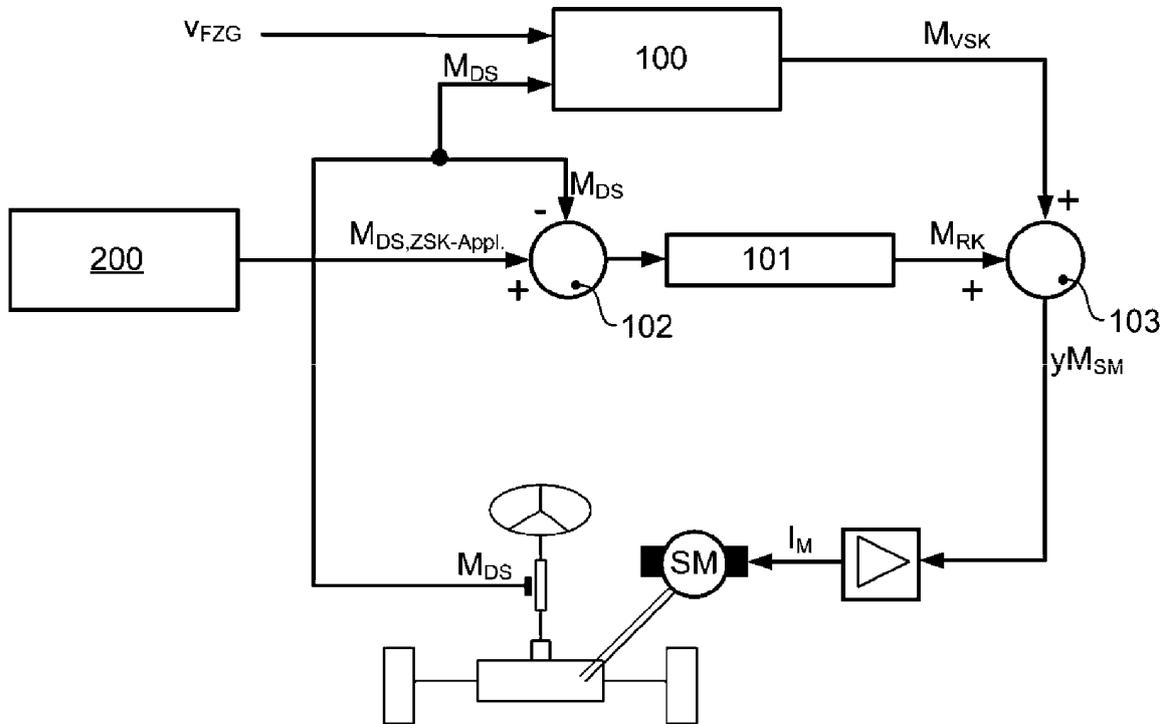


Fig. 1

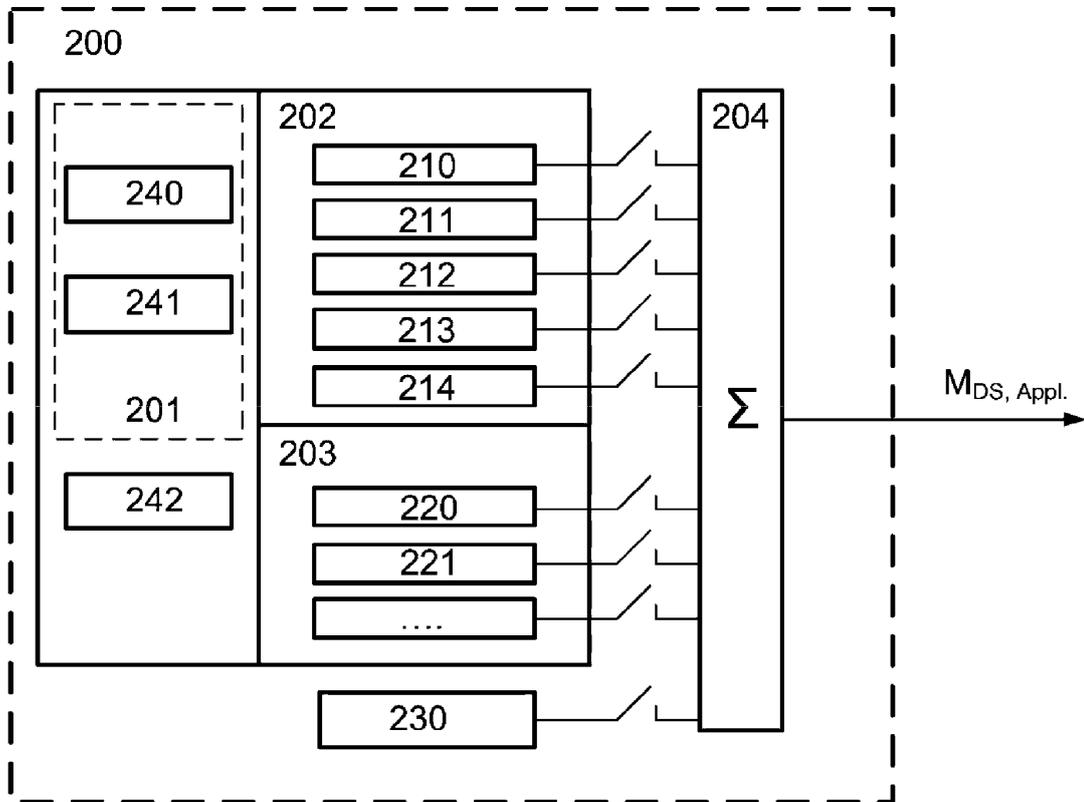


Fig. 2

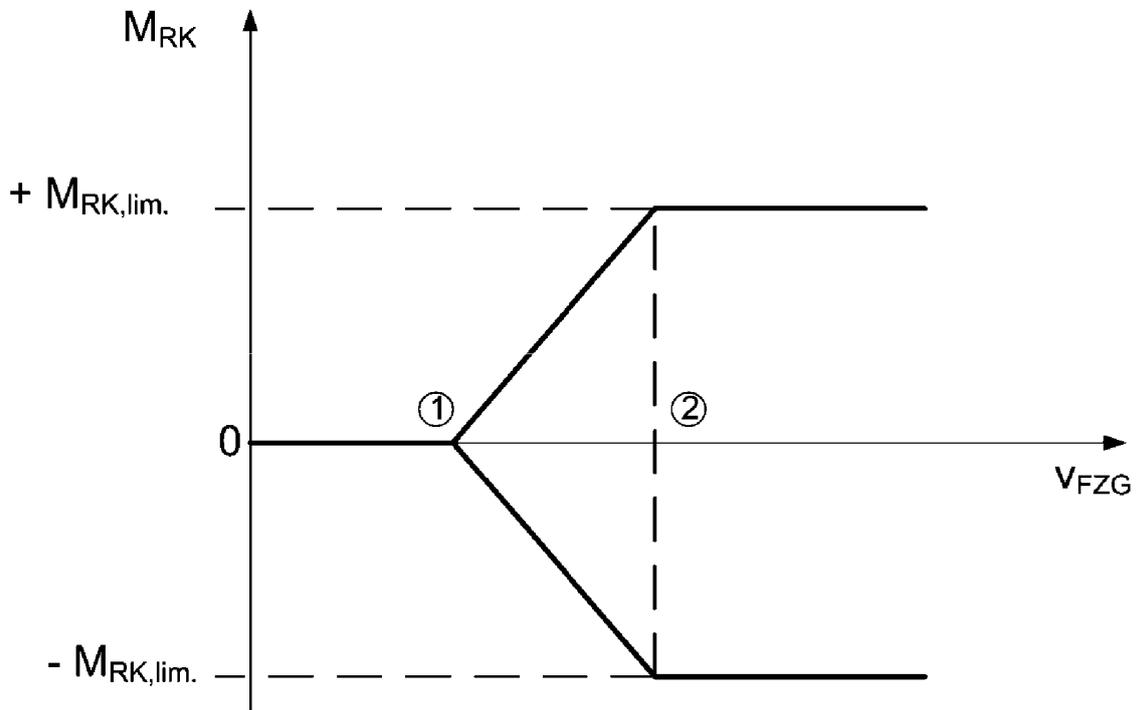


Fig. 3